

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-246258

(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.Cl.

H01G 4/12
H01F 17/00
H01G 4/30
H01G 13/00
H01L 41/083
H01L 41/22

(21)Application number : 2001-094327

(71)Applicant : DAIKEN KAGAKU KOGYO KK

(22)Date of filing : 20.02.2001

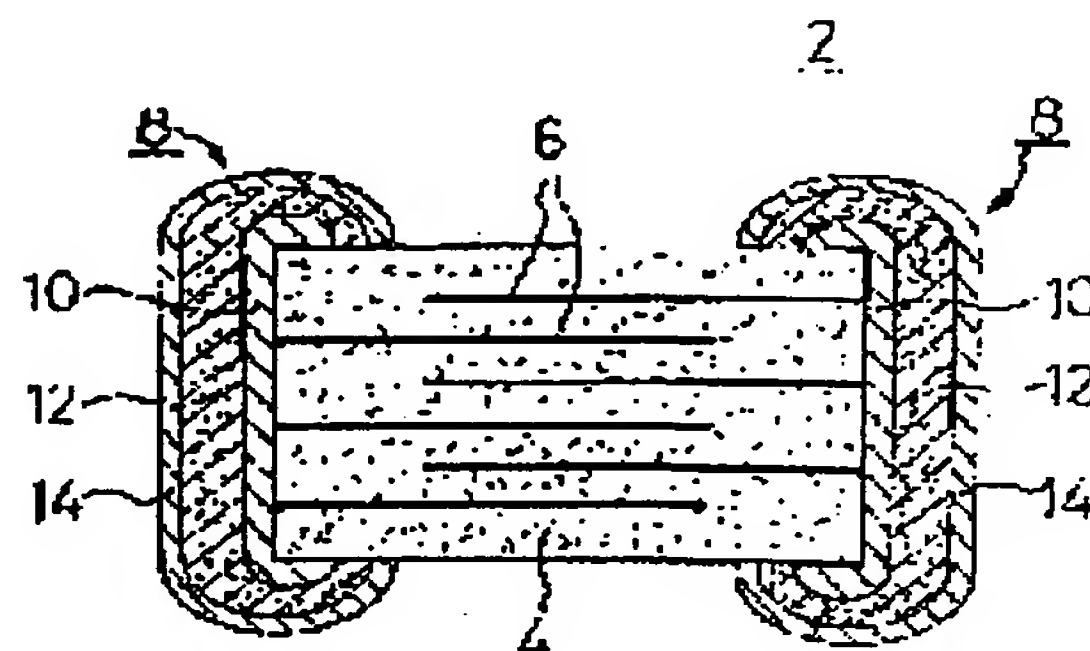
(72)Inventor : HARADA AKIO
KAMATA KAZUYUKI

(54) CERAMIC ELECTRONIC COMPONENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a durably and highly conductive ceramic electronic component without causing thermal stress and stress due to glass to remain in a ceramic.

SOLUTION: In the ceramic electronic component comprising a ceramic body 4 incorporating an inner electrode 6 and an external electrode 8 formed on the ceramic body 4, conductive paste containing a metal ultra-fine particle or a metal organic compound and a resin and a solvent is applied onto the ceramic body 4 without containing a glass constituent, and is baked at 400° C or less for making continuity with the inner electrode 6 and for forming a contact electrode 10, and polymer paste containing metal powder, a curing resin, and a solvent is applied onto the contact electrode 10, and the curing resin is cured for forming a polymer electrode 12. Since no glass is contained, no stress due to glass is generated. Since the electrode is formed at a low temperature of 400° C or less, no thermal stress remains in the ceramic, thus achieving highly durable and highly conductive ceramic, electronic component.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

30.04.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-246258

(P2002-246258A)

(43) 公開日 平成14年 8 月30日 (2002. 8. 30)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テ-マ-ト* (参考) |
|---------------------------|-------|---------------|-------------------|
| H 0 1 G 4/12 | 3 6 1 | H 0 1 G 4/12 | 3 6 1 5 E 0 0 1 |
| H 0 1 F 17/00 | | H 0 1 F 17/00 | D 5 E 0 7 0 |
| H 0 1 G 4/30 | 3 1 1 | H 0 1 G 4/30 | 3 1 1 E 5 E 0 8 2 |
| 13/00 | 3 9 1 | 13/00 | 3 9 1 B |
| H 0 1 L 41/083 | | H 0 1 L 41/08 | Q |

審査請求 未請求 請求項の数 6 書面 (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-94327(P2001-94327)

(22) 出願日 平成13年 2 月20日 (2001. 2. 20)

(71) 出願人 591040292

大研化学工業株式会社

大阪府大阪市城東区放出西 2 丁目 7 番19号

(72) 発明者 原田 昭雄

大阪府大阪市城東区放出西 2 丁目 7 番19号

大研化学工業株式会社内

(72) 発明者 鎌田 和行

大阪府大阪市城東区放出西 2 丁目 7 番19号

大研化学工業株式会社内

(74) 代理人 100084342

弁理士 三木 久巳

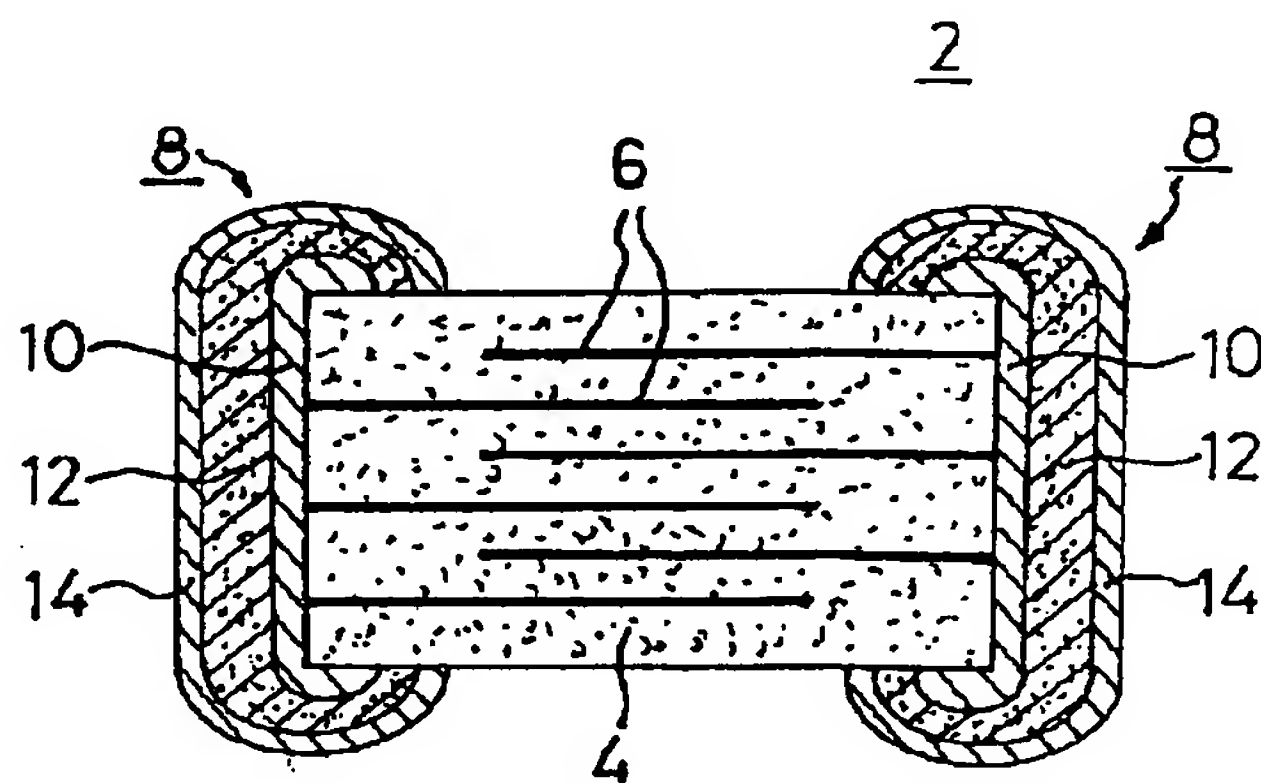
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 セラミック電子部品及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 熱応力やガラスに起因する応力をセラミック内に残留させず、耐久性のある高導通性のセラミック電子部品を開発する。

【解決手段】 本発明に係るセラミック電子部品の製造方法は、内部電極 6 を内蔵したセラミック本体 4 とこのセラミック本体 4 の上に形成された外部電極 8 からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに金属超微粒子又は金属有機化合物と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体 4 の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極 6 と導通するようにコンタクト電極 10 を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極 10 の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極 12 を形成することを特徴としている。ガラスを含まないからガラスに起因する応力がなく、400℃以下の低温で形成するから熱応力がセラミック内に残留せず、高耐久性と高導通性のあるセラミック電子部品を実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、前記外部電極は、内部電極に導通するようにセラミック本体の表面に形成され、しかもガラス成分を含有しないで金属成分からなるコンタクト電極層と、このコンタクト電極層の上に形成され金属粉末を分散させた硬化性樹脂からなるポリマー電極層から構成されることを特徴とするセラミック電子部品。

【請求項2】 前記硬化性樹脂が、硬化剤を併用して硬化する低温硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂及び電子線硬化性樹脂の少なくとも一つである請求項1に記載のセラミック電子部品。

【請求項3】 前記セラミック電子部品が、積層セラミックコンデンサ、積層セラミックインダクタ、積層セラミック圧電素子又は積層圧電セラミックアクチュエータである請求項1に記載のセラミック電子部品。

【請求項4】 内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに金属超微粒子と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極層の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法。

【請求項5】 内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに有機金属化合物と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極層の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法。

【請求項6】 内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに金属超微粒子と有機金属化合物と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極層の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は内部電極を内蔵した

セラミック本体に外部電極を形成してなるセラミック電子部品に関し、更に詳細には積層セラミックコンデンサや積層セラミックインダクタなどのセラミック電子部品について、セラミック本体と接着するコンタクト電極からガラス成分を除去してセラミック本体にガラスを原因とする応力（以下、ガラス応力と呼ぶ）が発生することを除去し、400℃以下の低融点でコンタクト電極を形成してセラミック本体に熱応力が残留することを除去し、耐久性を格段に向上させたセラミック電子部品及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、積層セラミックコンデンサはセラミック本体の中に多数の内部電極を配置し、この内部電極と導通するようにセラミック本体の上に外部電極を形成して構成されている。

【0003】 当初、外部電極は次に様に形成されていた。まず、金属粉末とガラスフリットと樹脂と溶剤を混合して導電性ペーストを形成する。この導電性ペーストをセラミック本体の左右に塗着し、600～850℃で焼成して有機成分を除去し、金属製の外部電極を形成する。

【0004】 ガラスフリットはガラス粉末からなり、焼成によってセラミック本体の微孔中に熔融浸透してセラミックスと反応し、外部電極とセラミック本体との結合を強化する作用を行う。この一体化反応は600℃以上に加熱することによって生起する。

【0005】 しかし、ガラスとの反応によってセラミック本体の内部に応力（ガラス応力と呼ぶ）が残留し、またガラスと反応しない場所にも600℃以上の加熱による熱応力が残留する。この残留応力はセラミックコンデンサの製品出荷後も製品の中に残る。セラミックコンデンサを配線基板に200℃以上の加熱温度でハンダ付けすると、前記残留応力がこの加熱によって急激に開放される。この残留応力の開放によってセラミック本体が割れたり破損することがしばしばあった。ガラス応力以外の熱応力に関しても同様のことがあり、この欠点を解決するために種々の研究がなされてきた。最大の解決策はガラスフリットを除去し、しかも低温焼成を実現することである。

【0006】 図3は従来の積層セラミックコンデンサの概略断面図である。この積層セラミックコンデンサ22は、内部電極26を内蔵したセラミック本体24の左右に、外部電極28としてポリマー電極層32を形成して構成されている。

【0007】 このポリマー電極層32には残留応力の原因となるガラスフリットは含有されず、金属粉末と硬化性樹脂から構成されている。熱硬化性樹脂を用いた場合には、加熱処理が必要になるが、400℃以下の加熱温度で硬化する材料を使用すれば、熱応力の残留も急減させることができる。硬化剤を用いた低温硬化性樹脂であ

れば常温でも硬化するし、紫外線硬化性樹脂や電子線硬化性樹脂では熱応力が残留するまで温度を上昇させる事はない。

【0008】つまり、ポリマー電極層32はガラスフリットを含まないからガラス応力の残留はあり得ない。また、加熱処理においても400℃以下の処理で済むから、熱応力がセラミック本体24の中に発生することはない。従って、このポリマー電極層32の出現により、ハンダ付け時の応力割れ等を防止することができるようになった。

【0009】しかし、このポリマー電極層32は内部電極26との導通性が悪いという欠点が指摘されていた。ポリマー電極層32はそれほど高温には加熱されないから、その中に含まれる金属粉末同士の電氣的接触性は金属粉末密度が低い場合には十分ではない。この事は金属粉と内部電極26との電氣的接触性においても同様である。この欠点を解決するために、次のような提案が行われた。

【0010】図4は従来の他の積層セラミックコンデンサの概略断面図である。この積層セラミックコンデンサ22では、外部電極28をガラスコンタクト電極層30とポリマー電極層32の2層構造としている。

【0011】ポリマー電極層32とセラミック本体24の間にガラスコンタクト電極層30を配置した点が図3と異なっている。このガラスコンタクト電極層30は、前述したように、金属粉体とガラスフリットと樹脂と溶剤からなる導電性ペーストを塗着し、焼成して構成されたものである。

【0012】つまり、セラミック本体24と十分な強度を有して一体化させるには、ガラスフリットを用いる以外に無いのである。ガラスとセラミックスとの一体化によって金属粉と内部電極26との一体化も増進される。ガラスコンタクト電極層30により内部電極26とポリマー電極層32の導通性も強化される。

【0013】しかし、ガラスコンタクト電極層30を設けることは、元来の問題点、即ちガラスフリットに対する600℃以上の高温焼成が必要となり、ガラス応力と熱応力がセラミック本体24に残留し、ハンダ付け時の加熱によって応力割れが生じる危険性が再燃する。つまり、ポリマー電極層32の欠点を解消するために導入したガラスコンタクト電極層30が最初の欠点を復活させるという事態に直面している。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ポリマー電極層32の導入は応力割れを防止するためには必要な手段である。このポリマー電極層32を導入したことによる導通不良の欠点を解消するために、ガラスフリット以外の手段を探索し、良質のコンタクト電極層を確立する技術が要請されている。

【0015】従って、本発明に係るセラミック電子部品

及びその製造方法は、セラミック本体との効率的な電気伝導性を確保し、しかも熱応力やガラス応力をセラミック本体に導入しないガラスフリット以外の良好なコンタクト電極層を完成し、耐久性の高いセラミック電子部品を提供することを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明は、内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、前記外部電極は、内部電極に導通するようにセラミック本体の表面に形成され、しかもガラス成分を含有しないで金属成分からなるコンタクト電極層と、このコンタクト電極層の上に形成され金属粉末を分散させた硬化性樹脂からなるポリマー電極層から構成されることを特徴とするセラミック電子部品である。

【0017】請求項2の発明は、前記硬化性樹脂が、硬化剤を併用して硬化する低温硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂及び電子線硬化性樹脂の少なくとも一つである請求項1に記載のセラミック電子部品である。

【0018】請求項3の発明は、前記セラミック電子部品が、積層セラミックコンデンサ、積層セラミックインダクタ、積層セラミック圧電素子又は積層圧電セラミックアクチュエータである請求項1に記載のセラミック電子部品である。

【0019】請求項4の発明は、内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに金属超微粒子と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極層の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法である。

【0020】請求項5の発明は、内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに有機金属化合物と樹脂と溶剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極層の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法である。

【0021】請求項6の発明は、内部電極を内蔵したセラミック本体とこのセラミック本体の上に形成された外部電極からなるセラミック電子部品において、ガラス成分を含まずに金属超微粒子と有機金属化合物と樹脂と溶

剤を含む導電性ペーストをセラミック本体の上に塗着し、400℃以下で焼成して内部電極と導通するようにコンタクト電極層を形成する工程と、金属粉末と硬化性樹脂と溶剤を含むポリマーペーストを前記コンタクト電極の上に塗着し、硬化性樹脂を硬化させてポリマー電極層を形成することを特徴とするセラミック電子部品の製造方法である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下に、本発明に係るセラミック電子部品及びその製造方法の実施形態を図面に従って詳細に説明する。

【0023】図1は本発明に係るセラミック電子部品の一例である積層セラミックコンデンサの概略断面図である。この積層セラミックコンデンサ2は、内部電極6を内蔵したセラミック本体4の左右に、外部電極8を形成して構成されている。

【0024】まず、セラミックス層と内部電極層の2層からなる単位体を多数形成する。次に、この単位体を多数積層することによって厚肉のセラミック本体4が形成される。積層数は任意であるが、一般には数十から数百に及ぶ。

【0025】外部電極層8はコンタクト電極層10、ポリマー電極層12及びメッキ層14から構成されている。コンタクト電極層10はセラミック本体4とポリマー電極層12の電氣的導通性を強化するために形成され、しかも400℃以下という比較的低温度で焼成されるため、セラミック本体4に熱応力などを残留させることはない。

【0026】コンタクト電極層10はセラミック本体の表面に塗着された導電性ペーストを400℃以下で焼成して形成される。導電性ペーストの成分調整によって、400℃以下での焼成が可能となる。このような低温焼成が可能な導電性ペーストには2種類存在する。

【0027】第1の導電性ペーストは、金属超微粒子、樹脂及び溶剤から構成される。金属超微粒子はナノオーダーの直径を有する金属微粒子で、反応性が極めて高いと同時に、その融点はバルク金属と比較して極めて小さい。例えば貴金属超微粒子の場合、数nmのPt超微粒子では融点は約100℃程度に低下するという報告もある。従って、大方の金属超微粒子の融点は400℃以下であると考えられる。

【0028】第2の導電性ペーストは、金属析出温度が400℃以下の金属有機化合物、樹脂及び溶剤から構成される。金属有機化合物は粘度調整にも使用されるから、樹脂が不要な場合もある。

【0029】前記2種類の導電性ペーストは、400℃以下の適当温度で焼成することにより、有機成分は分解蒸発し、最終的に金属成分が残留してコンタクト電極層10を形成する。ガラスフリットなどのガラス成分は全く存在しないから、セラミック本体4にガラス応力を残

留させず、400℃以下の焼成により熱応力もほとんど残留しない。

【0030】金属超微粒子には、金属単体で形成される超微粒子と、金属核の周囲を有機物で被覆した超微粒子がある。後者の金属超微粒子の例として、特開平10-183207号で開示される超微粒子がある。この超微粒子は、内部に金属核があり、周囲にその母材としての金属有機化合物が取り巻き、有機成分が外方に向けて配置している。従って、有機溶剤の中で金属超微粒子が団子にならずに分散状態となっている。その一例として、脂肪酸基に被覆されたAg超微粒子、特に直鎖脂肪酸基に被覆されたAg超微粒子がある。

【0031】前記金属成分には、Cu、Ag、Au、Zn、Cd、Ga、In、Si、Ge、Sn、Pd、Fe、Co、Ni、Ru、Rh、Pd、Os、Ir、Pt、V、Cr、Mn、Y、Zr、Nb、Mo、Ca、Sr、Ba、Sb等がある。金属核の直径は1~100nmである。

【0032】前記金属有機化合物には、有機金属錯体や有機金属化合物、金属アルコキシド等も包含する。具体的には、ナフテン酸塩、オクチル酸塩、ステアリン酸塩、安息香酸塩、パラトルイル酸塩、n-デカン酸塩などの脂肪酸塩、イソプロポキシド、エトキシド等の金属アルコキシド、アセチルアセトン錯塩などが利用される。ナフテン酸塩で説明すると、ナフテン酸銀、ナフテン酸ビスマス、ナフテン酸バナジウムなど、貴金属に限らず各種金属のナフテン酸塩が用いられる。

【0033】樹脂は導電性ペーストの粘度を調製するために添加される。金属超微粒子を溶剤に混合し、樹脂を添加して粘度調整を行う。樹脂には公知の各種樹脂が利用でき、例えば、フェノール樹脂・メラミン樹脂・アルキド樹脂などの熱硬化性樹脂、フェノキシ樹脂・アクリル樹脂などの熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂などの硬化剤硬化性樹脂などが焼成温度に応じて利用できる。

【0034】有機溶剤としては、金属超微粒子や金属有機化合物や樹脂を溶解できるペースト調製用の公知の溶剤が利用できる。例えば、脂肪族アルコール、アルコールエステル、カルビトール系溶媒、セロソルブ系溶媒、ケトン系溶媒、炭化水素系溶媒などが利用できる。

【0035】導電性ペースト5は焼成により有機成分が除去されるから、最終的にコンタクト電極層10は金属成分だけから構成されることになる。従って、導電性ペーストにおける金属成分と樹脂と溶剤の重量比は、ペーストの塗着処理のし易さと焼成の容易さで決まり、る。一般的には、金属超微粒子又は金属有機化合物のペーストに占める重量%は10~90%が適当である。

【0036】コンタクト電極層10の上にポリマー電極層12が形成される。このポリマー電極層12はポリマー導電性ペーストをコンタクト電極層10の上に塗着し、これをポリマー導電性ペーストを硬化させて形成さ

れる。このポリマー導電性ペーストは、金属粉末と、硬化性樹脂と、有機溶剤を混合して形成される。硬化させる方法は硬化性樹脂の種類により異なり、加熱、硬化剤の添加、紫外線照射、電子線照射などが利用できる。

【0037】金属粉末には各種の金属粉末が利用できるが、安定性や安全性から貴金属粉末が多用される。例えば、Au、Pt、Ag、Ru、Rh、Pd、Ir、Osなどの金属であり、またこれらの混合物や合金も使用される。

【0038】硬化性樹脂には、硬化剤による硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂、電子線硬化性樹脂などがあり、硬化剤の添加、加熱、紫外線照射、電子線照射がそれぞれの硬化手段になる。この中でも、硬化手段の容易性から、硬化剤による硬化性樹脂又は熱硬化性樹脂が用いられることが多い。

【0039】硬化剤硬化性樹脂は触媒を含む硬化剤により硬化する樹脂で、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、グルシジルエーテル化エポキシ樹脂、ジグリシジルエステル型樹脂、ノボラックエポキシ樹脂、グリシジルアミン型樹脂、脂環族エポキシ樹脂などのエポキシ樹脂がある。

【0040】これらの硬化性樹脂の硬化剤には低温硬化剤と高温硬化剤がある。低温硬化剤には、ポリアミド硬化剤、脂肪族ポリアミン硬化剤、環状脂肪族ポリアミン硬化剤、芳香族ポリアミン硬化剤、ジシアンジアミド硬化剤があり、特に常温で硬化反応を生起する硬化剤が望ましい。高温硬化剤には芳香族ポリアミン硬化剤や酸無水物硬化剤が利用できる。

【0041】熱硬化性樹脂には、フェノール樹脂、メラミン樹脂、アルキド樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリールフタレート樹脂などがある。硬化温度は樹脂の種類毎に異なり、セラミック本体4やコンタクト電極層10に影響を与えない硬化温度を有する硬化剤を選択する。

【0042】前記ポリマー導電性ペーストに使用される有機溶媒には、エタノール・ブタノールなどの脂肪族アルコール、アセテート・プロピオネートなどのアルコールエステル、メチルカルビトール・エチルカルビトール・ブチルカルビトールなどのカルビトール系溶媒、セロソルブ・ブチルセロソルブ・イソアミルセロソルブなどのセロソルブ系溶媒、アセトン・メチルエチルケトン・シクロヘキサノンなどのケトン系溶媒、ベンゼン・トルエン・キシレン・テレピン・シクロヘキサン・メチルペンタンなどの炭化水素系溶媒がある。

【0043】金属粉末と硬化性樹脂との混合重量比は目的に応じて自在に調整されるが、100:5~100:40が好適である。硬化性樹脂が少ないとポリマー電極層の硬度が低下し、硬化性樹脂が多いと電極の導電性が低下する。従って、それらの重量比は硬度と電導度の両者を満足させるように適宜調整される。

【0044】最後に、メッキ層14がポリマー電極層12の上に形成される。このメッキ層14により配線基板へのハンダ付けが確実に行われ、積層セラミックコンデンサ2への電圧印加が確実になる。

【0045】ポリマー電極層12は焼結体ではないので、表面に小さな隙間が多数存在する。この表面にメッキすると、これらの隙間からメッキ液がポリマー電極層12の内部に浸透する可能性がある。これらの小さな隙間をなくすために、ポリマー電極層12の表面を研磨することが行われる。研磨にはバレル研磨等が用いられ、研磨によりメッキ層14の付着性能が向上される。

【0046】図2は本発明に係るセラミック電子部品の他の例である積層セラミックインダクタの概略断面図である。この積層セラミックインダクタ18の断面構造は、内部電極6の構造が相違するだけで、他の構造は積層セラミックコンデンサ2と同様である。セラミック本体4はCu-Zn-Co系のフェライト材料から構成されている。他の部材の材質や構造は図1と同様であるから、同一部分には同一番号を付してその説明を省略する。

【0047】図1及び図2では、積層セラミックコンデンサと積層セラミックインダクタを説明したが、本発明は積層セラミック圧電素子や積層圧電セラミックアクチュエーターなどの他のセラミック電子部品にも適用することができる。

【0048】

【実施例】【実施例1：金属超微粒子としてステアリン酸銀超微粒子】コンタクト電極層を形成するために導電性ペーストが次の組成で作成された。但し、ここで使用されるビヒクルは樹脂10重量部と溶剤90重量部を混練して形成された混合物である。また、銀超微粒子の平均直径は5nmである。

ステアリン酸銀超微粒子 50重量%

ビヒクル 20重量%

テルピネオール 30重量%

【0049】この導電性ペーストをセラミック本体4の両端面に塗着し、400℃で1時間焼成した。形成されたコンタクト電極層10は内部電極6と良好な電気導通性を示した。断面を割って電子顕微鏡で調べたところ、有機物は除去され、銀超微粒子が相互に熔融して銀膜が形成されていた。この銀膜は内部電極層と一体化し、良好な電極性能を示すことが構造的にも確認された。

【0050】次に、ポリマー導電性ペーストが下記の組成比で形成された。使用された銀粉末の粒径は1~6μmであり、硬化性樹脂として熱硬化性樹脂が使用された。

銀粉末 60重量%

フェノール樹脂 15重量%

ブチルカルビトール 25重量%

【0051】このポリマー導電性ペーストをコンタクト

電極層10の上に塗着し、200℃で1時間加熱して硬化させてポリマー電極層12を形成した。ポリマー電極層12とコンタクト電極層10との電氣的導通性は良好であった。この段階でも、電子顕微鏡で導通構造が調査され、内部電極6とコンタクト電極層10及びポリマー電極層12が確実に一体化していることが確認された。

【0052】【実施例2：金属有機化合物としてナフテン酸銀】金属有機化合物の例としてナフテン酸銀が用いられた。コンタクト電極層用の導電性ペーストが調製された。ここで使用されるビヒクルは実施例1と同様である。

ナフテン酸銀 55重量%
ビヒクル 15重量%
テルピネオール 30重量%

【0053】この導電性ペーストをセラミック本体4の両端面に塗着し、400℃で2時間焼成した。形成されたコンタクト電極層10は内部電極6と良好な電気導通性を示した。この焼成でナフテン酸銀は完全に分解され、析出した銀によって銀被膜が形成された。この銀被膜は内部電極層と一体化し、良好な導通性を示すことが電子顕微鏡によって確認された。

【0054】次に、ポリマー導電性ペーストが調製された。使用された銀粉末の粒径は1～6μmである。この実施例では、硬化剤による硬化性樹脂が使用され、硬化性樹脂としてエポキシ樹脂、硬化剤としてジシアンジアミドが用いられた。

銀粉末 56重量%
エポキシ樹脂 13重量%
ジシアンジアミド 1重量%
ブチルカルビトール 30重量%

【0055】このポリマー導電性ペーストをコンタクト電極層10の上に塗着し、250℃で1時間硬化させてポリマー電極層12を形成した。内部電極6とコンタクト電極層10及びポリマー電極層12が確実に一体化していることが電子顕微鏡で確認された。

【0056】【実施例3：金属超微粒子と有機金属化合物】コンタクト電極層用の導電性ペーストが、銀超微粒子を主剤とし、ナフテン酸銀（有機金属化合物）を助剤として構成された。ビヒクルは樹脂10重量部と溶剤90重量部を混練して形成された混合物である。また、銀超微粒子の平均直径は5nmである。

ステアリン酸銀超微粒子 50重量%
ナフテン酸銀 5重量%
ビヒクル 15重量%
テルピネオール 30重量%

【0057】この導電性ペーストをセラミック本体4に塗着し、400℃で1時間焼成した。形成されたコンタクト電極層10は内部電極6と良好な電気導通性を示した。断面を割って電子顕微鏡で調べたところ、実施例1と同程度の秀麗な銀被膜が形成されていた。

【0058】ポリマー導電性ペーストは実施例1と同様に構成された。コンタクト電極層10の上にポリマー導電性ペーストを塗着し、200℃で1時間加熱して硬化させてポリマー電極層12を形成した。電子顕微鏡で導通構造が調査され、内部電極6とコンタクト電極層10及びポリマー電極層12が確実に一体化していることが確認された。

【0059】本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想を逸脱しない範囲における種々の変形例、設計変更などをその技術的範囲内に包含することは云うまでもない。

【0060】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、ガラス成分を含まないで金属成分だけからなるコンタクト電極をセラミック本体とポリマー電極層の間に形成したから、金属成分が内部電極と強力に密着して、内部電極とポリマー電極の電氣的導通性が確実に保証され、セラミック電子部品の導通不良を激減させることができる。また、コンタクト電極層はガラス成分を含有しないから、セラミック本体内にガラスによって形成される応力が生じず、応力割れのおそれのないセラミック電子部品を提供できる。

【0061】請求項2の発明によれば、硬化性樹脂として、硬化剤による硬化性樹脂、熱硬化性樹脂、紫外線硬化性樹脂及び電子線硬化性樹脂の少なくとも一つを使用したから、400℃以下の硬化温度で硬化させることができ、セラミック本体の中に熱応力が残留せず、応力割れ等のおそれがない。

【0062】請求項3の発明によれば、応力割れの危険性がなく、導通性能の高い積層セラミックコンデンサ、積層セラミックインダクタ、積層セラミック圧電素子又は積層圧電セラミックアクチュエータを提供できる。

【0063】請求項4の発明によれば、低融点の金属超微粒子を用いることによりコンタクト電極層を400℃以下の低温度で形成でき、しかもポリマー電極層も低温度で形成できるから、セラミック本体にガラス応力や熱応力が残留せず、耐久性の高い高導通性のセラミック電子部品を提供できる。

【0064】請求項5の発明によれば、低融点の金属有機化合物を用いることにより請求項4と同様の効果、即ちセラミック本体にガラス応力や熱応力が残留せず、耐久性の高い高導通性のセラミック電子部品を提供できる。

【0065】請求項6の発明によれば、低融点の金属超微粒子と金属有機化合物を用いたから、両物質が協同して秀麗な金属膜からなるコンタクト電極層を形成できる。このコンタクト電極層の上にポリマー電極層を形成したから、導通性や耐久性の優れたセラミック電子部品を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るセラミック電子部品の一例である積層セラミックコンデンサの概略断面図である。

【図2】本発明に係るセラミック電子部品の他の例である積層セラミックインダクタの概略断面図である。

【図3】従来の積層セラミックコンデンサの概略断面図である。

【図4】従来の他の積層セラミックコンデンサの概略断面図である。

【符号の説明】

2・・・積層セラミックコンデンサ

4・・・セラミック本体

6・・・内部電極

8・・・外部電極

10・・・コンタクト電極層

12・・・ポリマー電極層

14・・・メッキ層

18・・・積層セラミックインダクタ

22・・・積層セラミックコンデンサ

24・・・セラミック本体

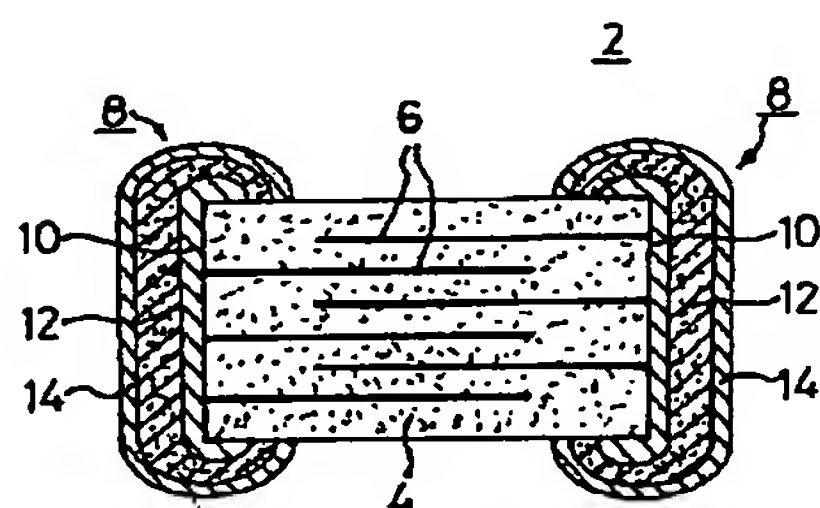
26・・・内部電極

28・・・外部電極

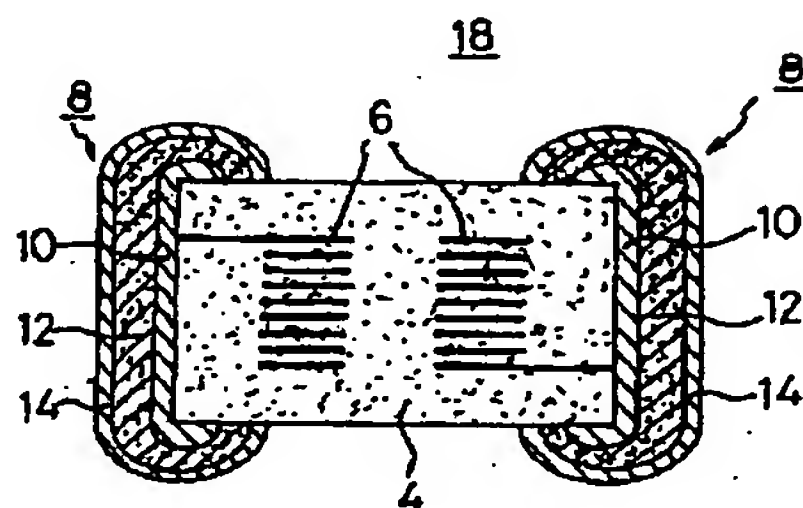
30・・・ガラスコンタクト電極層

32・・・ポリマー電極層

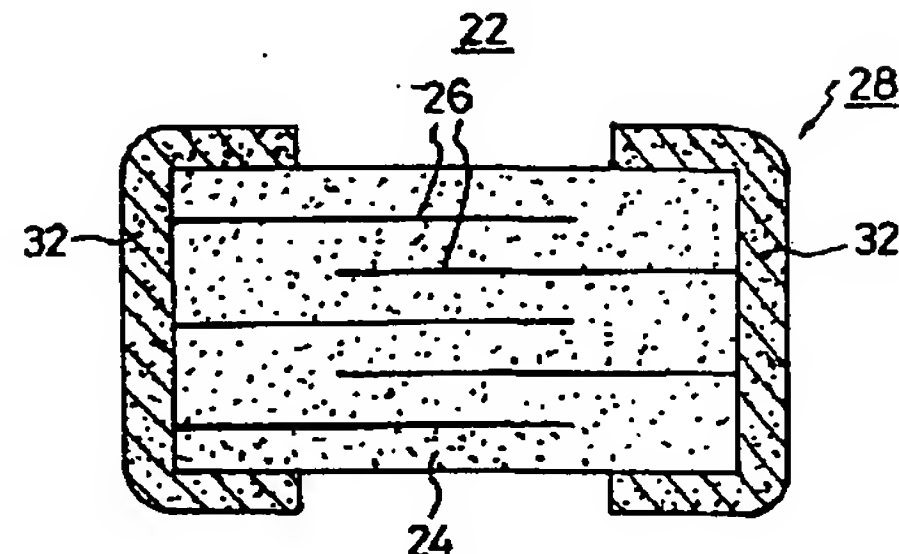
【図1】



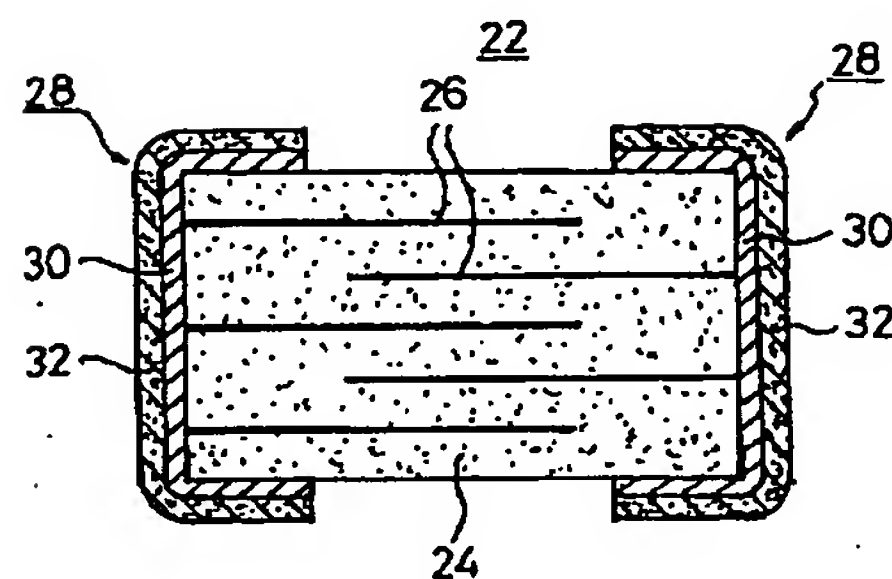
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7
H01L 41/22

識別記号

F I
H01L 41/22

テ-マコード (参考)
Z

Fターム (参考) 5E001 AB03 AF06 AH01 AH09 AJ01
AJ03
5E070 AA01 AB02 CB13 EA01
5E082 AB03 BC33 FG26 GG10 GG28
JJ03 JJ23 JJ26 MM24 PP06